


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2015**

Минск, 18 ноября 2015 г.

Ответственный редактор
Д.М. Курлович

МИНСК
2015

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д.М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор Ю.М. Обуховский,
кандидат географических наук, доцент Н.В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А.А. Карпиченко,
кандидат географических наук Л.И. Смыкович,
Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская, С.Н. Прокопович.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А.А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015, Минск, 18 ноябр. 2015 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 114 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2015
ÓКоллектив авторов, 2015

Анализ полученных данных (рис. 2) показывает, что наблюдается ряд зон ВВА на магистральных трубопроводах, где характер влияния геодинамических факторов и взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации грунтовых вод значителен. В первую очередь это районы Старобинского месторождения и Припятский прогиб, которые являются сейсмоактивными.

Результаты выполненных исследований предлагается использовать для инженерно-геологического прогнозирования потенциального возникновения аварий на подземных линейных сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шароглазова, Г.А. Геолого-тектонические условия возникновения аварийности на магистральных нефтепроводах Белоруссии / Г.А. Шароглазова, В.Н. Коровкин, В.К. Липский, В.В. Ялтыхов, А.Н. Соловьев // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2008. – №1. – С. 58–60.
2. Касьянова, Н.А. Влияние современной геодинамики недр на флюидный режим нефтегазовых залежей месторождений складчатых и платформенных областей / Н.А. Касьянова. – М.: Геоинформмарк, 2000. – 51 с.
3. Нацыянальны атлас Беларусі: атлас / пад рэд. М.У. Мясніковіча; Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск : Мінская друк. фабрыка, 2002. – 292 с.
4. Аронова, Т.И. Сейсмотектоническая активность территории Беларуси и закономерности ее проявления: дис. ... канд. геолого-минерал. наук : 25.00.03 / Т.И. Аронова. – Мн., 2007. – 163 с.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Семенюк

аспирант 2-го года обучения кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Клебанович

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В настоящее время на территории городов существует множество разнообразной пространственно-координированной информации. Однако она используется различными службами, ведомствами и государственными учреждениями фрагментарно, в узких сферах решения задач и проблем, которые непосредственно стоят перед конкретными организациями. Возникает необходимость свести воедино различную пространственную информацию, касающуюся города и его структурных частей, в целях проведения комплексного анализа городской территории для более эффективного принятия решений. Данная проблема решается с помощью современных

геоинформационных технологий. Это означает, что в рамках одной ГИС должна быть собрана и проанализирована разнообразная информация (функциональные зоны, транспортная сеть, объекты социальной инфраструктуры, промышленные предприятия, линии коммуникаций и др.). Только синтез и оперативный анализ комплекса цифровых слоев города позволяет решить задачи, связанные с эффективным функционированием городских служб и территориальным планированием городской территории.

Муниципальные ГИС получили широкое распространение в высокоразвитых странах, отдельные успешные примеры комплексных ГИС городов появились и в странах СНГ [2, 3, 5–7]. Возможность отображения пространственных объектов и связанной с ними атрибутивной информации, простота добавления новых данных и их редактирования обеспечивают высокую эффективность ГИС города в сфере управления муниципальными службами и оценки недвижимости. Сопоставление различных цифровых слоев ГИС города позволяет проанализировать уровень благоустроенности проживания населения в разных его частях. Именно эта цель преследовалась нами при создании муниципальной ГИС города Молодечно с помощью программного комплекса ArcGIS.

В качестве объекта исследования была выбрана территория города Молодечно. Молодечно является типичным средним городским населенным пунктом (население более 90 000 человек) с развитой производственной, транспортной и социальной инфраструктурой, что позволяет считать его многофункциональным городом. Таким образом, создаваемая в ГИС модель г. Молодечно может являться образцом для проведения урбанистических исследований других городов Беларуси.

В качестве векторной основы ГИС г. Молодечно был использован ряд базовых слоев локальной ЗИС города: административно-территориальные единицы (граница города), земельные участки, виды земель, коммуникации (трубопроводы, ЛЭП, ветки железных дорог, осевые дорог и улиц, осевые крупных водотоков, мосты, путепроводы, тоннели, эстакады, мостики, подземные переходы и др.). Для удобства работы в программе ArcGIS из слоя коммуникаций были последовательно выделены в отдельные линейные слои железные дороги, улично-дорожная сеть и водотоки.

В качестве растровой основы ГИС города Молодечно была использована мозаика космоснимков картографического сервиса Bing, пространственное разрешение – 0,5 метра. Поскольку полученные базовые слои локальной ЗИС в значительной мере устарели (2008 г.), они были путем визуального дешифрирования актуализированы до состояния на 2015 г.

Следующим шагом стало создание слоя рельефа. Для этого были использованы материалы радарной топографической съемки SRTM 30. На основании слоя рельефа посредством модуля Spatial Analyst была создана карта уклона рельефа. В приложении ArcScene из грид-модели была создана 3D-модель рельефа г. Молодечно.

Проведение анализа уровня благоустроенности проживания населения предполагает оперирование некими элементарными участками – оценочными

зонами. Наличие в городе улично-дорожной сети, разделяющей урбанизированную территорию на приблизительно равноценные участки, обуславливает принятие в качестве операционной единицы анализа квартала (или его части, если граница функциональных зон пересекает его). Для создания слоя квартальной сети линейный слой улично-дорожной сети и полигональный слой границы города с помощью инструмента «Объект в полигон» были преобразованы в полигональный класс пространственных объектов. Впоследствии слой квартальной сети был скорректирован с учетом границ функциональных зон.

В результате анализа существующей застройки и примыкающих к ней территорий из слоя квартальной сети был сформирован слой функционального зонирования. Функциональные зоны – это участки городской территории, выполняющие заданные функции (размещение жилья, производственных предприятий, объектов сферы обслуживания, рекреация и охрана природы) и занимающие определенное, свойственное только им место в устройстве города. Согласно утвержденным правилам ведения градостроительного кадастра [1], выделяются следующие типы функциональных зон: жилая многоквартирная, жилая усадебная, общественных центров (сокр. общественная), производственная и коммунально-складская (сокр. производственная) и рекреационно-ландшафтная. В качестве границ функциональных зон выступают улично-дорожная сеть, реки, реже ограждения территорий промышленных предприятий и объектов специального назначения (кладбища, военные части и т. д.). Если в пределах функциональной зоны встречаются объекты различного назначения (как правило, это самый распространенный случай), ее тип определяется в соответствии с площадью, которую они занимают.

В базу данных класса квартальной сети (назовем его слоем оценочных зон), откорректированного с учетом функционального зонирования была добавлена информация о свойствах жилой застройки (материал, этажность и тип зданий). По строительному материалу здания были классифицированы на деревянные, сборно-панельные, кирпичные и монолитно-каркасные. В соответствии с общепринятой строительной практикой жилые дома были классифицированы по этажности на малоэтажные (1–2 этажа), средней этажности (3–5 этажей), многоэтажные (6–10 этажей), повышенной этажности (11–16 этажей) и высотные (более 16 этажей). Жилая усадебная застройка была разделена по типу на усадебные дома (небольшие деревянные или кирпичные дома с земельным участком, занятым садовыми насаждениями или огородами) и коттеджи (новые двухэтажные, как правило, кирпичные дома с земельным участком, не предусматривающим ведение личного подсобного хозяйства). Жилые многоквартирные дома были классифицированы по типу на дореволюционные, польские, сталинки, хрущевки, брежневки, дома повышенной комфортности и элитное жилье. Последняя классификация сочетает в себе как конструкционные особенности жилых зданий, так и время их постройки. Каждой оценочной зоне в ГИС присваивались те значения

материала, этажности и типа домов, которые преобладали на данном участке городской территории.

Затем в ГИС были добавлены объекты социальной инфраструктуры – точечные слои магазинов, аптек, банков, банкоматов, больниц, поликлиник, стоматологических поликлиник, бань, колледжей, школ, детских садов, библиотек, парикмахерских, химчисток, предприятий общепита, клубов, домов быта, гостиниц, музеев, театров, кинотеатров, памятников, храмов, домов культуры, спортивных сооружений, райисполкома, отделений связи, милиции, ГАИ, ЗАГС, железнодорожного и автовокзалов, АЗС, АГЗС, автобусных остановок и линейный слой автобусной городской маршрутной сети. Магазины были классифицированы на типы (продовольственные, хозяйственные, товаров для дома, мебельные, бытовой техники и электроники, одежды и обуви, универсамы (предприятия торговли, реализующие продовольственные товары универсального ассортимента и некоторые непродовольственные товары повседневного спроса), многофункциональные торговые центры и прочие) и уточняющие их подтипы (например, магазины косметики, цветов, товаров для спорта и туризма, канцтоваров, автозапчастей и др.). Предприятия общепита были классифицированы на рестораны, бары, кафе, столовые, буфеты, закусочные, пиццерии и киоски. Для правильного расчета доступности ключевых объектов социальной инфраструктуры в базу данных были внесены определенные поправки. Например, детские поликлиники (общего профиля и стоматологическая) были выделены в отдельные точечные слои. Специализированные продовольственные магазины (например, фирменные магазины мясных, хлебобулочных или кондитерских изделий) были отнесены к категории прочих. По этой же причине за местоположение автобусных остановок в ГИС было принято среднее между их парами, находящимися по разные стороны улицы.

С созданными слоями данных ГИС города Молодечно проводился разносторонний пространственный анализ. В первую очередь, был проанализирован рельеф городской территории. С одной стороны, согласно данным многолетних гидрологических наблюдений на реке Уше, пониженные элементы рельефа, возвышающиеся на 1–2 метра над урезом воды, находятся под угрозой затопления во время половодий и паводков. С другой стороны, на крутых склонах холмов с уклоном от 2° возможно развитие эрозионных процессов [4], которые представляют угрозу для устойчивости фундаментов расположенных на возвышенности зданий и сооружений. Таким образом, с помощью инструмента «Переклассификация» из грид-модели рельефа были выделены пониженные участки территории города, подверженные подтоплению, а из карты уклона – территории, подверженные водной эрозии (рис. 1).

Совместный анализ описанных выше слоев и слоя оценочных зон, классифицированного по этажности жилой застройки, позволяет сделать следующие выводы. Пониженные элементы рельефа, подверженные подтоплению, расположены в северо-западной части города Молодечно, примыкающей к реке Уше, и заняты малоэтажной усадебной застройкой.

Участки с максимальными значениями уклона рельефа, подверженные эрозионным процессам, находятся в основном в южной и восточной частях города. Наиболее подвержены эрозии микрорайоны № 2 и № 4, а также микрорайон в границах улиц Великий Гостинец – Космонавтов – Магистральная с преобладанием пятиэтажных домов, микрорайоны № 6 и № 10, застроенные преимущественно девятиэтажными домами, примыкающая к ним с юга территория бывшей деревни Шнуры и коттеджный поселок на востоке г. Молодечно.

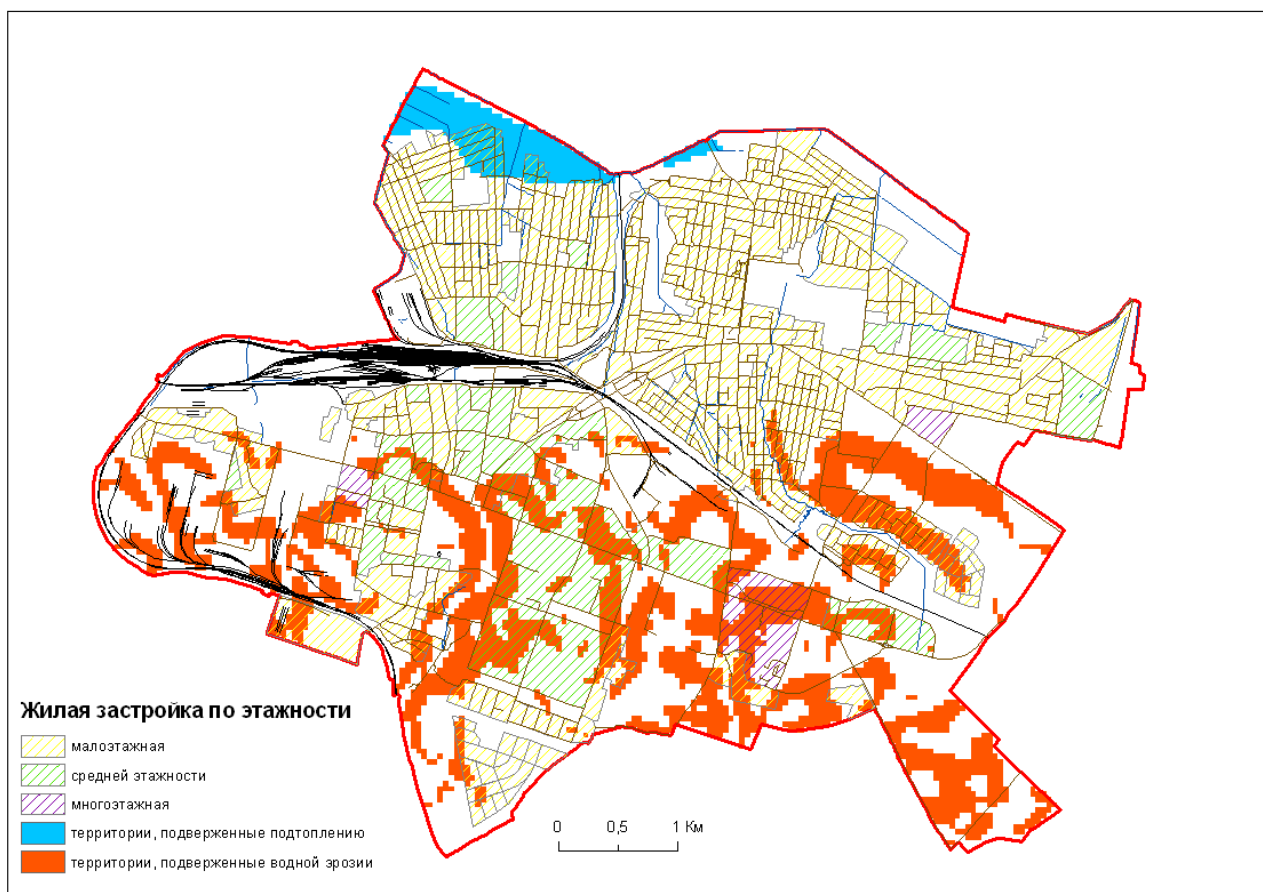


Рис. 1. Территории г. Молодечно, подверженные подтоплению и водной эрозии

Затем был спроектирован экологический каркас городской территории. На основании космоснимков были оцифрованы территории, занятые зелеными насаждениями, и неиспользуемые земли, на которых распространена древесно-кустарниковая и луговая растительность. Исходя из их биологической ценности, территории, благоприятные для планирования экологического каркаса, были разделены на два класса: 1) парки, скверы, городские леса; 2) древесно-кустарниковая растительность, пустыри. Первый класс территорий в целом характеризуется более крупными и менее расчлененными контурами и, несмотря на значительную степень антропогенной преобразованности городских парков и скверов, обладает более высоким биологическим разнообразием, чем второй класс территорий. Таким образом, первый класс территорий в основном представляет собой зеленые зоны, уже включенные в

экологический каркас, а второй класс – дополнительные участки, потенциально пригодные для включения в него (рис. 2).

Анализ экологического каркаса показал, что в г. Молодечно выделяется несколько крупных его ядер (парк Победы в центре города, парк на месте бывшей военной части и окруженный железной дорогой лесной массив в западной части, Комсомольский парк и примыкающий к нему участок леса на севере) и ряд локальных обособленных ядер меньшего ранга (небольшие парки, скверы, заросли кустарников).

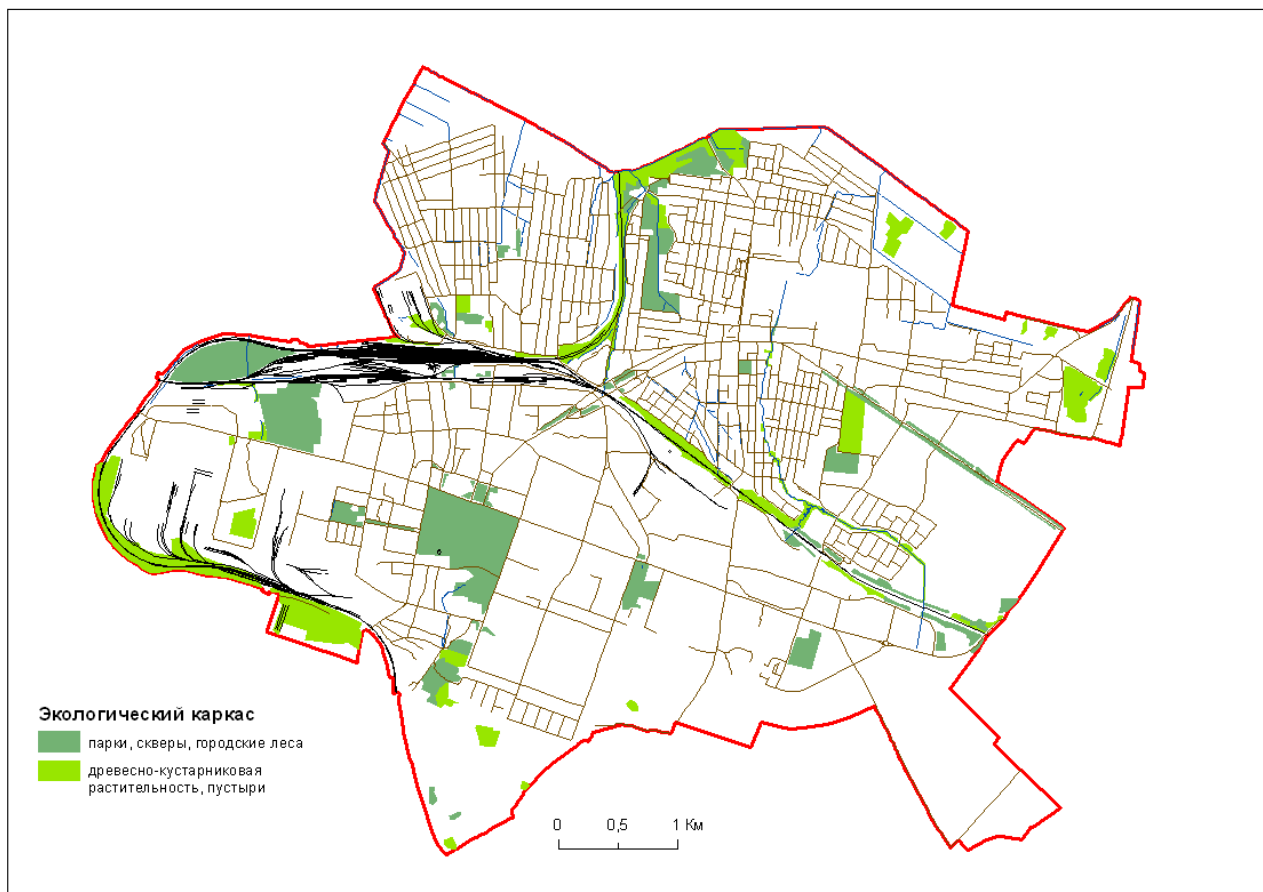


Рис. 2. Экологический каркас г. Молодечно

Главная проблема экологического каркаса г. Молодечно заключается в том, что его основные ядра разобщены. Отсутствие в городе крупных транзитных водотоков обусловило нехватку линейно вытянутых зеленых зон, которые играли бы роль экологических коридоров и связывали бы между собой ядра экологического каркаса. По сути единственный сквозной, линейно вытянутый пояс лугов и зеленых насаждений, претендующий на роль экологического коридора, проходит вдоль железной дороги на Вилейку и Минск и тем самым связывает северную и восточную часть г. Молодечно, при этом он сообщается только с одним крупным ядром экологического каркаса города – Комсомольским парком.

Далее была проанализирована структура г. Молодечно по функциональному зонированию и типам жилой застройки. В результате

символизации слоя оценочных зон по соответствующим полям таблицы атрибутов были получены следующие карты (рис. 3, 4).

Жилая многоквартирная зона составляет 13,5 % территории г. Молодечно и сконцентрирована в основном в южной возвышенной его части, застраивавшейся главным образом в послевоенное время. В составе жилой многоквартирной зоны можно выделить несколько крупных массивов. На западе г. Молодечно расположены районы Геленово и Зеленый Городок, представленные преимущественно средне- и малоэтажной многоквартирной застройкой разных типов. На северо-западе к железной дороге примыкает небольшой жилой район разнородной средне- и малоэтажной застройки (от сталинок до современных домов повышенной комфортности). В центре города расположен крупный жилой массив, который образуют район, примыкающий к продовольственному рынку, а также микрорайоны № 1–№ 4. Застройка данного массива представлена в основном пяти- и девятиэтажными домами (хрущевки, брежневки, дома повышенной комфортности). Далее к востоку расположен жилой массив преимущественно девятиэтажных домов повышенной комфортности, который образуют микрорайоны № 6 и № 10. Еще дальше к востоку формируется новый микрорайон № 11 (Восточный), застраиваемый пятиэтажными домами.

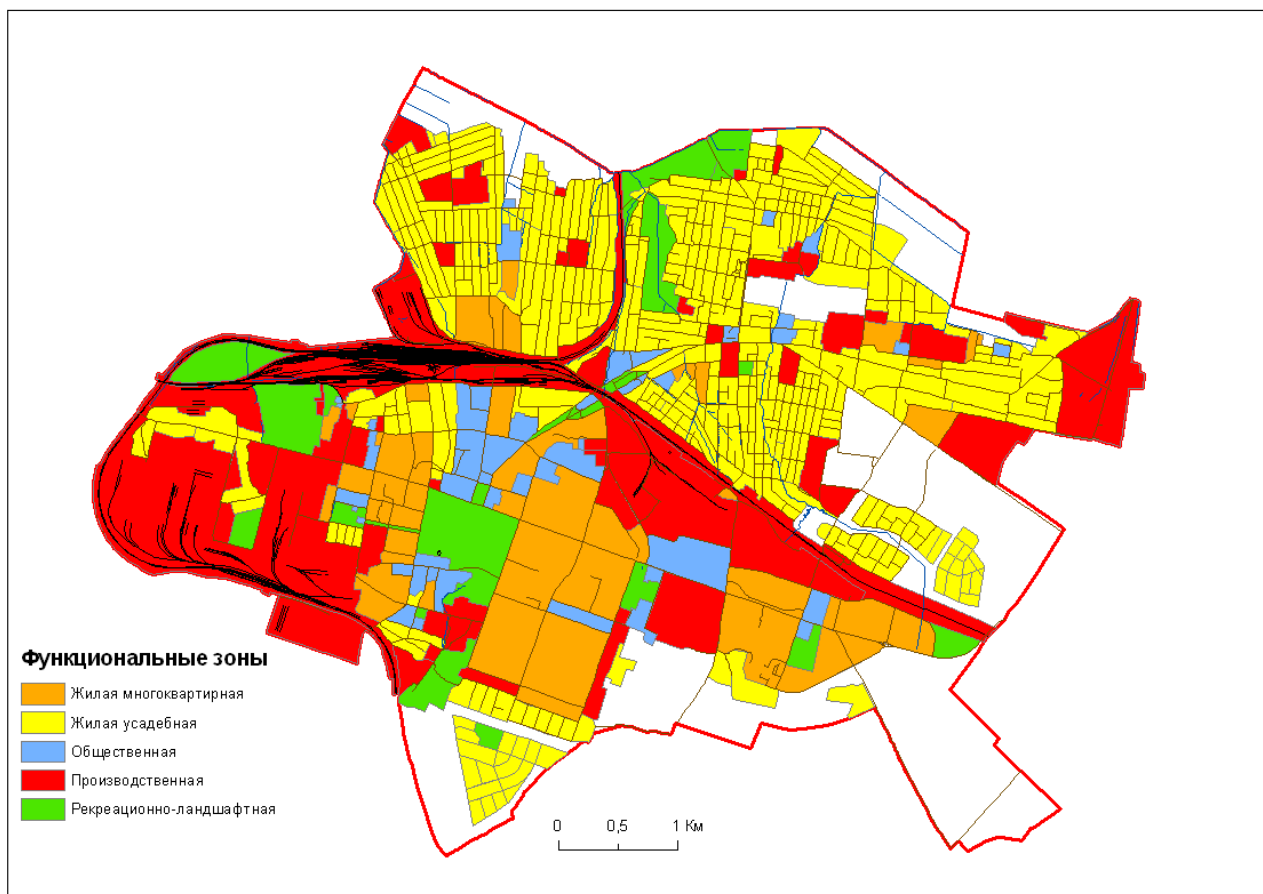


Рис. 3. Функциональное зонирование г. Молодечно

Жилая усадебная зона составляет 29,7 % территории г. Молодечно, это самая крупная по площади функциональная зона в городе. Она

сконцентрирована главным образом в северной низменной части г. Молодечно. Жилая усадебная зона представлена старыми районами городской застройки (Лесные, Залинейный на севере), включенными в состав города деревнями (Здемелево и Буховщина на западе, Великое Село на востоке, Шнуры на юго-востоке) и коттеджными поселками на юге, востоке и северо-востоке г. Молодечно.

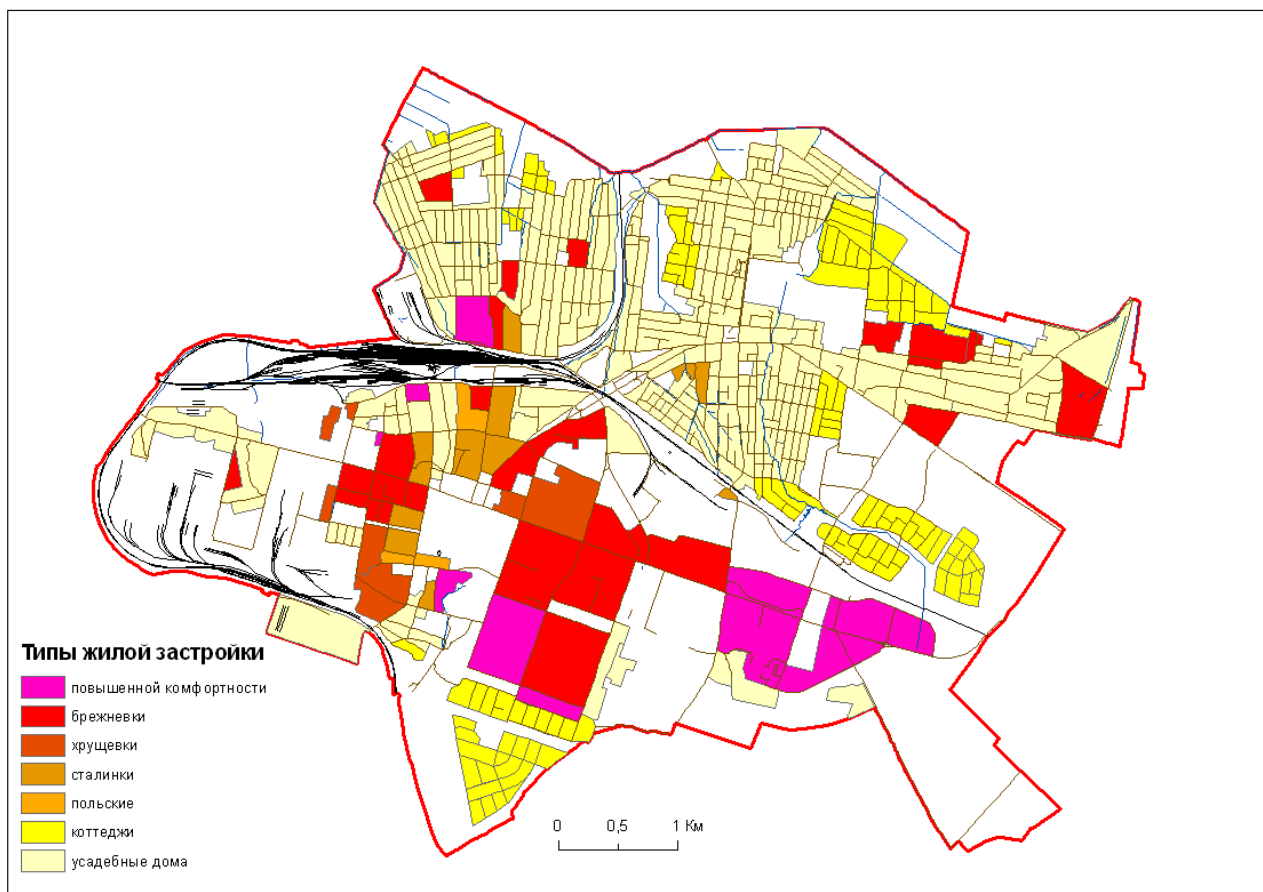


Рис. 4. Типы жилой застройки г. Молодечно

Общественная зона занимает 4,6 % площади города. Ее основной массив расположен в центре, где торговые объекты и государственные учреждения сочетаются с многоквартирной застройкой средней этажности (сталинки, польские дома межвоенного периода). В целом, участки общественной зоны довольно равномерно распределены по территории города.

Производственная зона занимает 26,5 % площади г. Молодечно, ее два крупнейших массива на западе и к востоку от центра города примыкают к железной дороге. Исключение составляют расположенный на юге завод «Электромодуль», находящийся на востоке г. Молодечно завод порошковой металлургии и ряд менее значительных производств. В связи с концентрацией основных предприятий на западе города роза ветров в целом неблагоприятна для проживания населения, однако отсутствие вредных производств несколько компенсирует этот недостаток.

Рекреационно-ландшафтная зона составляет 6,6 % территории г. Молодечно и представлена парком Победы в центре, Комсомольским парком

на севере, парком на месте бывшей военной части на западе и формирующимся на юго-востоке города Молодежным парком, а также рядом скверов и участков пригородных лесов. Пространственный анализ выявил недостаточную организацию зеленых зон в северо-западной и восточной частях г. Молодечно.

Иные территории занимают 19,1 % площади г. Молодечно. К ним относятся территория военной части, расположенная на севере города, кладбище на востоке г. Молодечно и значительные массивы земель сельскохозяйственного назначения, примыкающие к городской застройке с севера, юга и юго-востока. Последние могут рассматриваться в качестве резерва для расширения существующих функциональных зон.

Таким образом, ГИС являются эффективным средством представления и пространственного анализа разнообразной географической информации. Применение ГИС для изучения такого сложного многофункционального системного образования, каким является город, расширяет возможности по выделению особенностей его устройства, поиску новых закономерностей его пространственной дифференциации. Внесение в среду ГИС как векторных, так и растровых слоев данных о состоянии земной поверхности, функциональном зонировании и типах жилой застройки позволяет создать базу для последующего многомерного анализа качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный градостроительный кадастр. Порядок зонирования и установления регламентов градостроительного развития и использования территорий: СНБ 3.01.03-98. – Введ. 01.07.99. – Минск, 1998.
2. Красовская, О. ГИС в системе территориального планирования и управления территорией / О. Красовская, С. Скатерщиков, С. Тясто, Д. Хмелева // ArcReview. – 2006. – №3.
3. Кушнер, Р.С. Геоинформационная система города Алматы: краткий обзор / Р.С. Кушнер, В.Д. Скляренко // ArcReview. – 2014. – №2.
4. Рожков, В.А. Оценка эрозионной опасности почв / В.А. Рожков // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2007. – №59. – С. 77–91.
5. Сарбасов, Б.В. Управление городскими службами с использованием ГИС / Б.В. Сарбасов, И.И. Исаева // ArcReview. – 2008. – №2.
6. Терешенков, А.В. Создание прототипа муниципальной ГИС Краснодара / А.В. Терешенков // ArcReview. – 2008. – №3.
7. Филатова, О.Э. «Мой Новосибирск» – муниципальный ресурс для решения городских проблем / О.Э. Филатова, О.Д. Гусева, Б.Е. Моисеев, Я.С. Калинина // ArcReview. – 2014. – №2.